



Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑲ Gesuchsnummer: 3118/85

⑦③ Inhaber:
Visco Suisse S.A., Emmenbrücke

⑳ Anmeldungsdatum: 18.07.1985

㉔ Patent erteilt: 13.05.1988

④⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 13.05.1988

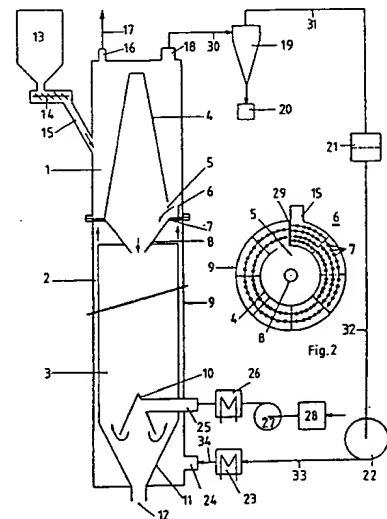
⑦② Erfinder:
Rossé, Roger, Emmenbrücke

⑤④ Verfahren zum kontinuierlichen Kristallisieren und Trocknen von Kunststoffgranulat und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

⑤⑦ In einem Verfahren zum kontinuierlichen Kristallisieren und Trocknen von Kunststoffgranulat wird in einer Sprudelschicht kristallisiert und in einem sich relativ langsam bewegendem Fließbett mit einem heissen konditioniertem Gas unter isothermen Bedingungen getrocknet.

Die Vorrichtung besteht aus einem vertikal angeordneten Rohr, welches gleichzeitig den Mantel (9) des Sprudelschichttraumes (1) des Kristallers und der Kammer (3) des Trockners bildet. Kristaller und Trockner sind über eine Ringscheibe (6) miteinander verbunden, welche mit Bohrungen (7) versehen ist, deren Durchlässigkeit in Richtung des Granulatflusses abnimmt.

Der Trockner stellt eine einfache, wirtschaftliche Lösung zur Trocknung von Kunststoffgranulat dar.



Handwritten notes:
P. 15.7.88
FV-4.5
FV-4.5
19.11.1988

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum kontinuierlichen Kristallisieren und Trocknen von Kunststoffgranulat in zwei Stufen, dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat in einem ersten Verfahrensschritt in einer Sprudelschicht kristallisiert und in einem unmittelbar daran angeschlossenen zweiten Verfahrensschritt in gasdurchströmter Schüttung getrocknet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kristallisation in weniger als 3 Minuten zu individuellen Granulateilchen erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas beim Eintritt in die Sprudelschicht eine Temperatur von 150-180°C aufweist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sprudelschicht mittels über eine Ringscheibe (6) geführtes Inertgas oder vorgetrockneter Luft erzeugt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Granulat isotherm durch die Schüttung geführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Aussparung (5), annähernd die gleiche Temperatur wie in der Schüttung herrscht.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Höhe der Schüttung über die Drehzahl einer Dosiereinrichtung (14) geregelt wird.

8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine obere Sprudelschichtkammer (1) mit einer unteren Kammer (3) über eine gelochte Ringscheibe (6) verbunden ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Innendurchmesser der Ringscheibe (6) von einem über annähernd die gesamte Höhenausdehnung der Sprudelschichtkammer (1) konzentrisch verlaufendem Konus (4) abgeschlossen ist, welcher im Bereich der Ringscheibe (6) die Aussparung (5) aufweist.

10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 und 9, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der äusseren Wand der Sprudelschichtkammer (1) und dem Konus (4) eine Trennwand (29) angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach den Ansprüchen 8 und 10, dadurch gekennzeichnet, dass eine Aussparung (5) am unteren Rand des Konus (4) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Bohrungen (7) pro Flächeneinheit in der Ringscheibe (6) vom Bereich des Eintrittsstutzens (15) in Richtung gegen die Aussparung (5) hin abnehmen.

13. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Auslaufkonus (11) einen Neigungswinkel zwischen 40-60 Grad aufweist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum kontinuierlichen Kristallisieren und Trocknen von Kunststoffgranulat, insbesondere von Polyestergranulat, sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Es ist bekannt, dass amorphe Polyestergranulate vor dem Aufschmelzen im Extruder möglichst gleichmässig tief und sorgfältig getrocknet werden müssen, um die Beständigkeit und die gewünschten Eigenschaften von Polyesterfäden zu gewährleisten. Verschiedene Verfahren und Vorrichtungen erlauben, diese Trocknung durchzuführen. Diskontinuierliche Verfahren unter Verwendung von bekannten Taumeltrocknern haben den Nachteil, dass die Trocknungszeiten zwischen 10 bis 50 Stunden zu lang sind und sich die Eigenschaften des Granulats während der Zwischenlagerung nach dem Trocknen ändern können.

Kontinuierliche Verfahren wie Schachttrockner aller Art mit ruhender Schüttung haben den Nachteil, dass der Apparat den Temperaturverlauf des Granulats nicht beeinflussen kann. Aus der DE-A-2 558 730 ist ein kontinuierliches Verfahren und eine Vorrichtung zum Kristallisieren und Trocknen von Polyethylenterephthalat in einer Stufe bekannt. Bei dem Verfahren befindet sich das Granulat in relativer Ruhe. Es wird bewusst eine Agglomeration in Kauf genommen, die später wieder zerstört werden muss. Die Vorrichtung besteht aus eingebauten mechanischen Teilen, die zur Zerstörung von Agglomeraten dienen, die aber eine zusätzliche Staubbildung verursachen.

Das FR-Patent 2 355 863 betrifft ein Gerät zur kontinuierlichen Behandlung von Polyestergranulaten, bestehend aus einer Kristallisationszone, die auf dem Wirbelschichtprinzip beruht und einer Trocknungszone, die mehrere übereinander angeordnete Böden enthält. Jeder Boden besteht aus rotierenden Lamellen, die gemeinsam betätigt werden. Mit dieser Vorrichtung ist aber die Kristallisationszeit relativ lang, die Aufenthaltsspektren des Granulats sind breit, die Entstaubung des Polymers ist nicht zufriedenstellend, und schliesslich enthält sie auch mechanische Teile, die zu einer komplizierten und teuren Anordnung führt.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein kontinuierliches Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, welche die aufgezeigten Nachteile nicht aufweist und eine kostengünstige und zuverlässige Reproduzierbarkeit der Trocknung erlauben.

Die vorgenannte Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass das Granulat in einem ersten Verfahrensschritt in einer Sprudelschicht kristallisiert und in einem unmittelbar daran angeschlossenen zweiten Verfahrensschritt in einer gasdurchströmten Schüttung getrocknet wird.

Unter einer Sprudelschicht ist an sich eine bei hohen Mediumsgeschwindigkeiten in der Mitte des Schichtquerschnittes eines Trichters ein fontänenartig aus der Schicht heraus geschleudeter Strom an Feststoffpartikeln zu verstehen. Bedingung für solch eine Sprudelschicht war bisher ein trichterförmiges Gefäss, in welchem die Feststoffpartikel an der Trichterwand wieder in dieses zurückkehren konnten, um erneut aus dem Apex des Konus herausgeschleudert zu werden.

Es wurde nun überraschenderweise gefunden, dass eine solche Sprudelschicht auch in einer Kammer erzeugt werden kann, welche zwar auch in Richtung des strömenden Mediums arbeitet, aber ohne ein trichterförmiges Gefäss zu benutzen.

Die Kristallisation in einer Sprudelschicht hat den Vorteil, dass ein Granulat durch einen heissen Gasstrom sehr rasch über einen Glaspunkt erhitzt werden kann, wodurch ein Zusammenkleben der Granulatkörner verhindert wird, um unmittelbar daran kontinuierlich im stark erhitzten Zustand in einer Schüttung gefördert werden zu können, wo die erwünschte Trocknung stattfindet. Dadurch ist es möglich den Granulatsatz über die Messung der Temperatur beim Übergang der Sprudelschicht in die Schüttung zu regeln.

Das erfindungsgemässe Verfahren hat sich besonders zur Trocknung von Polyester als geeignet erwiesen.

Unter Polyester versteht man in der vorliegenden Beschreibung lineare polykondensierte Ester, hergestellt durch die Reaktion eines oder mehrerer Diole der Serie $\text{HO}(\text{CH}_2)_n\text{OH}$ mit $1 < n < 10$ mit einer Dicarbonsäure, vorzugsweise Terephthalsäure, oder einem entsprechenden Diester wie Dimethylterephthalat. Die Polyester können auch mit organischen oder anorganischen Zusätzen modifiziert sein.

Es ist überraschend, dass die Kristallisation in weniger als 3 Minuten erfolgt. Durch diese kurze Verweilzeit kann keine Hydrolyse erfolgen. Das bedeutet eine mehr als zehnmal raschere Kristallisationszeit gegenüber der bekannten Technik. Hierdurch können kleinere Apparaturen für den gleichen Massedurchsatz verwendet werden, wodurch eine wirtschaftlichere und materialsparende Herstellung von Polyester erzielt wird.

Es ist auch zweckmässig mit vorgetrockneter Luft oder einem Inertgas die Sprudelschicht zu erzeugen. Hierbei ist es vorteilhaft mit hoher Geschwindigkeit strömende heisse Gase über eine Ringscheibe zu führen und in den Sprudelschichtraum zu führen, wobei es zweckmässig ist, das Heissgas über den Heizmantel des Trockners zu führen.

Zur Kristallisation in der Sprudelschicht bringen Temperaturen von 150 bis 180°C, die besten Resultate.

In der Schüttung erfolgt die Trocknung vorteilhaft unter isothermen Bedingungen bei ca. 150 bis 180°C und konstanter Feuchtigkeit. Die Wahl der Temperatur ist abhängig von der Art des zu trocknenden Granulats, wie dessen Form und Grösse, des Durchsatzes, der gewünschten Endfeuchte usw. Die isotherme Trocknung hat den Vorteil, dass ein gleichmässig getrocknetes Granulat für das anschliessende Aufschmelzen bereit steht.

Eine Niveauregulierung des Granulats im Trocknerteil, beispielsweise mit einer Sonde, erlaubt, je nach Granulatschüttung, durch geeignete Wahl der Höhe der Granulatschüttung die Aufenthalts- bzw. Trocknungszeit des Granulats konstant zu halten. Dazu wird die Drehzahl der Dosiereinrichtung über das Niveau des Granulats so geregelt, dass sich ein konstantes Granulatsniveau ergibt.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist sehr einfach gestaltet und weist keine bewegten Teile auf. Sie besteht im wesentlichen aus einem Rohr, dessen obere Kammer als Sprudelschichtkammer ausgebildet ist, welche lediglich durch eine perforierte Ringscheibe von einer als Trockner funktionierenden unteren Kammer getrennt ist. Der Energietransfer erfolgt über die Ringscheibe, der Granulattransfer über die Öffnung am Innendurchmesser der Ringscheibe.

Es ist zweckmässig, den Innendurchmesser der Ringscheibe mit einem Konus abzudecken, welcher sich über die Höhe der Sprudelschicht erhebt und im Bereich der Ringscheibe eine Aussparung aufweist. Das hat den Vorteil, dass einerseits die Gasgeschwindigkeit so gesteuert wird, dass das Gutkorn des Granulats wieder herabfällt und der Staubanteil nach oben mit der Abluft ausgetragen wird. Es ist zweckmässig die Höhe der Sprudelschicht in etwa der mittleren Höhe des Konus einzustellen. Die Verbreiterung des Ringpaltes nach oben hat den weiteren Vorteil, dass frisch zugeführtes Granulat sofort erfasst und in den weiter geöffneten Raum nach oben gerissen wird, wodurch zusätzlich eine Agglomeration verhindert wird.

Der Einbau einer Trennwand, welche den freien Durchgang zwischen der Aussenwand der Sprudelschichtkammer und dem Konus verschliesst, im Bereich des Granulateintritts, verhindert das Vermischen des frisch eintretenden Granulats mit dem bereits kristallisierten.

Für den Austritt des kristallisierten Granulats aus der Sprudelschichtkammer in die Trocknerkammer ist im Bereich der Rückseite dieser Trennwand eine Öffnung in Form einer Aussparung im Konus vorgesehen. Das hat den Vorteil, dass das Granulat vom Eintritt bis zum Austritt im Mittel eine Wanderung um nahezu 360° ausführt.

Dieser Effekt wird dadurch unterstützt, dass die Ringscheibe Bohrungen aufweist, deren Anzahl bei gleichem Durchmesser im Bereich des Granulateintritts grösser ist als beim Austritt. Diese Verteilung hat zuzätzlich den Vorteil,

dass die Wärmezufuhr, beispielsweise bei Polyester, möglichst intensiv ist, damit ein Verkleben zwischen ca. 80 und 120°C nicht eintreten kann.

Hierdurch entsteht auch ein gewünschtes Druckgefälle, welches den ungehinderten Abzug der Schwaden aus dem Trockner durch die Aussparung erlaubt.

Es ist zweckmässig, für den Auslaufkonus einen Neigungswinkel von 40 bis 60 Grad zu wählen.

Die Erfindung soll beispielhaft anhand einer Zeichnung näher beschrieben werden. Es zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch die erfindungsgemässe Vorrichtung.

Fig. 2 einen Querschnitt im Bereich der Ringscheibe.

Gemäss Fig. 1 besteht die erfindungsgemässe Vorrichtung aus einem Sprudelschichtraum 1 als Kristallerteil und einer Ringkammer 2, welche zusammen mit der Kammer 3 den Trocknerteil bildet. Im Sprudelschichtraum 1 ist ein Konus 4 vorgesehen, welcher eine Aussparung 5 in seinem Sockel aufweist. Der Konus 4 schliesst den Innendurchmesser einer Ringscheibe 6. Die Ringscheibe 6 weist Bohrungen 7 mit unterschiedlicher Anzahl in den einzelnen Segmenten, jedoch gleichem Durchmesser auf. Auf der Unterseite der Ringscheibe 6 ist ein Einlauftrichter 8 vorgesehen, welcher in die Kammer 2 führt in deren unterem Teil ein Konus 11 mit einer Austrittsöffnung 12 für das trockene Produkt vorgesehen ist.

Der Kristallerteil, welcher auch als Aufheizteil bezeichnet werden kann und der Trocknerteil sind von einem zylindrischen Mantel umgeben, der vorzugsweise aus einem Rohr besteht. Zur Verteilung der Luft ist in der Kammer 3 ein Kegel 10 vorgesehen, der mit einem Eintrittsstutzen 25 für Frischgas verbunden ist. Ein Vorlagesilo 13 ist über ein Dosiergerät 14 mit einem Eintrittsstutzen 15 verbunden, welcher in die Sprudelschichtkammer 1 mündet. Im Kopf des Kristallers ist ein Austrittsstutzen 16 und ein Abluftkamin 17 vorgesehen.

Ein weiterer Stutzen 18 führt über eine Leitung 30 auf einen Zyklon 19 und einen Behälter 20. Der Zyklon 19 führt über eine Leitung 31 auf einen Filter 21 und von hier über eine Leitung 32 auf einen Ventilator 22. Vom Ventilator 22 geht eine Leitung 33 zum Gaserhitzer 23, von welchem eine Leitung 34 auf den Stutzen 24 führt. Zur Frischgaszufuhr über den Stutzen 25 ist ein Erhitzer 26, ein Ventilator 27 und eine Konditionierungseinrichtung 28 vorgesehen.

In Fig. 2 ist die Anordnung und Verteilung der Bohrungen 7 in der Ringscheibe 6 gezeigt.

Im Bereich des Eintrittsstutzens 15 und dem Konus 4 ist eine Trennwand 29 vorgesehen, welche den Sprudelschichtraum 1 abteilt. Die Anzahl der Bohrungen nimmt vom Segment im Bereich des Eintrittsstutzes 15 zur Aussparung 5 ab. Anstelle der abnehmenden Anzahl der Öffnungen gleicher Durchmesser, können aber auch die Durchmesser der Öffnungen in Richtung vom Stutzen 15 zur Aussparung 5 bei gleicher Anzahl von Bohrungen abnehmen. Wesentlich ist, dass dem eintretenden Granulat zu Beginn eine möglichst grosse Menge an Heissluft entgegengeführt wird.

Im Betrieb der Vorrichtung wird beispielsweise feuchtes amorphes Polyestergranulat aus Polyethylenterephthalat aus dem Silo 13 über die Dosiereinrichtung 14 kontinuierlich über den Eintrittsstutzen 15 in den Sprudelschichtraum 1 dosiert. Ein Gasstrom aus konditionierter Luft bzw. Umluft strömt in einer Menge von 5 bis 50 kg/Stunde Luft je kg Granulatschicht/Stunde unter gleichem Druck mit einer Temperatur von 150–180°C, vorzugsweise bei ca. 170°C durch die Bohrungen 7 der Ringscheibe 6 in den Sprudelschichtraum 1 und erfasst die eintretenden Granulate. Da die Gasmenge

eine Fluidisierung des Granulats bewirkt und laufend neues Granulat eingetragen wird, entsteht ein Fluss des Granulats in Richtung Ausgang. Die im ersten Sektor spezifisch grössere Luftmenge bewirkt aber auch eine intensive Entstaubung des Granulats und erwärmt es bis zum Austritt aus dem Sprudelschichtraum 1 auf die vorgegebene Trocknertemperatur. Die mittlere Verweilzeit im Kristaller beträgt nicht mehr als 3 Minuten, vorzugsweise 1–3 Minuten. Das kristallisierte Granulat fließt kontinuierlich durch die Öffnung der Aussparung 5 im Konus 4, durch den Einlaufrichter 8 in die Kammer 3. In der Kammer 3 bewegt sich die Granulatschüttung unter isothermen Bedingungen und eventuell unter geringem Vakuum durch ihr Eigengewicht über den Konus 11 und durch den Austrittsstutzen 12 zur Weiterverarbeitung, beispielsweise zum Aufschmelzen im Extruder. Die Neigung des Konus ist an ein bestimmtes Produkt angepasst und sollte für Polyester 50 bis 85 Grad aufweisen.

Zur Kristallisation des Granulats im Kristaller, bzw. im Aufheizteil, dient ein Luftstrom hoher Geschwindigkeit, der in der Regel aus entstaubter Umluft besteht, welche über das Filter 21, den Ventilator 22 in einem Erhitzer auf 150–180°C vorzugsweise 170°C erhitzt wird. Der Luftstrom oder ein inertes Gas durchströmt die Ringkammer 2, welche gleichzeitig als Mantel des Trockners dient und so die isothermen Bedingungen im Innern gewährleistet. Die Geschwindigkeit des Gases wird so gewählt, dass sich die Höhe der Sprudelschicht in etwa der mittleren Höhe des Konus 4 einstellt. Damit wird gewährleistet, dass einerseits kein Granulat in den Austrittsstutzen 18 der Umluft gelangt und andererseits eine wirksame Entstaubung erreicht wird. Die Überschussluft wird über den Stutzen 16 und den Abluftkamin abgeführt.

Der Hauptteil der heissen Abluft wird über die Leitung 30 einem Zyklonabscheider 19 zugeführt, von Staub und Abrieb befreit. Der Staub wird im Behälter 20 gesammelt und verworfen. Zur Sicherheit ist ein Feinfilter 21 dem Zyklon 19 nachgeschaltet.

Zur Trocknung mit Luft wird diese über eine handelsübliche Entfeuchtungs- und Konditionierungsanlage 28 für Frischluft geführt, über den Ventilator 27 verdichtet, im Erhitzer 26 auf Trocknungstemperatur von gleichfalls 150–180°C vorzugsweise 170°C gebracht und über den Eintrittsstutzen 25 und den Konus 10 im Trocknungsgut verteilt. Die Gasmenge beträgt 0,5 bis 2 kg Luft/Stunde je kg Granulatdurchsatz je Stunde. Nach Aufnahme von Feuchtigkeit tritt die Abluft mit geringer Strömungsgeschwindigkeit durch die Aussparung 5 dem kristallisierten Granulat entgegen, durchströmt die Sprudelschicht und verlässt zusammen mit der Sprudelluft den Kristaller über den Stutzen 18.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist in seiner einfachen, wirtschaftlichen Betriebsweise zur Erreichung einer gleichmässigen Qualität zu sehen. Es findet eine vollständige Entstaubung des Granulats statt. In der nachfolgenden Schüttung des Trockners entsteht kein neuer Abrieb. Die Vorrichtung ist ohne mechanisch bewegbare Einrichtungen, bevorzugt zur kontinuierlichen Trocknung von Polyestergra-

natul geeignet und wegen seiner Einfachheit wirtschaftlich herzustellen.

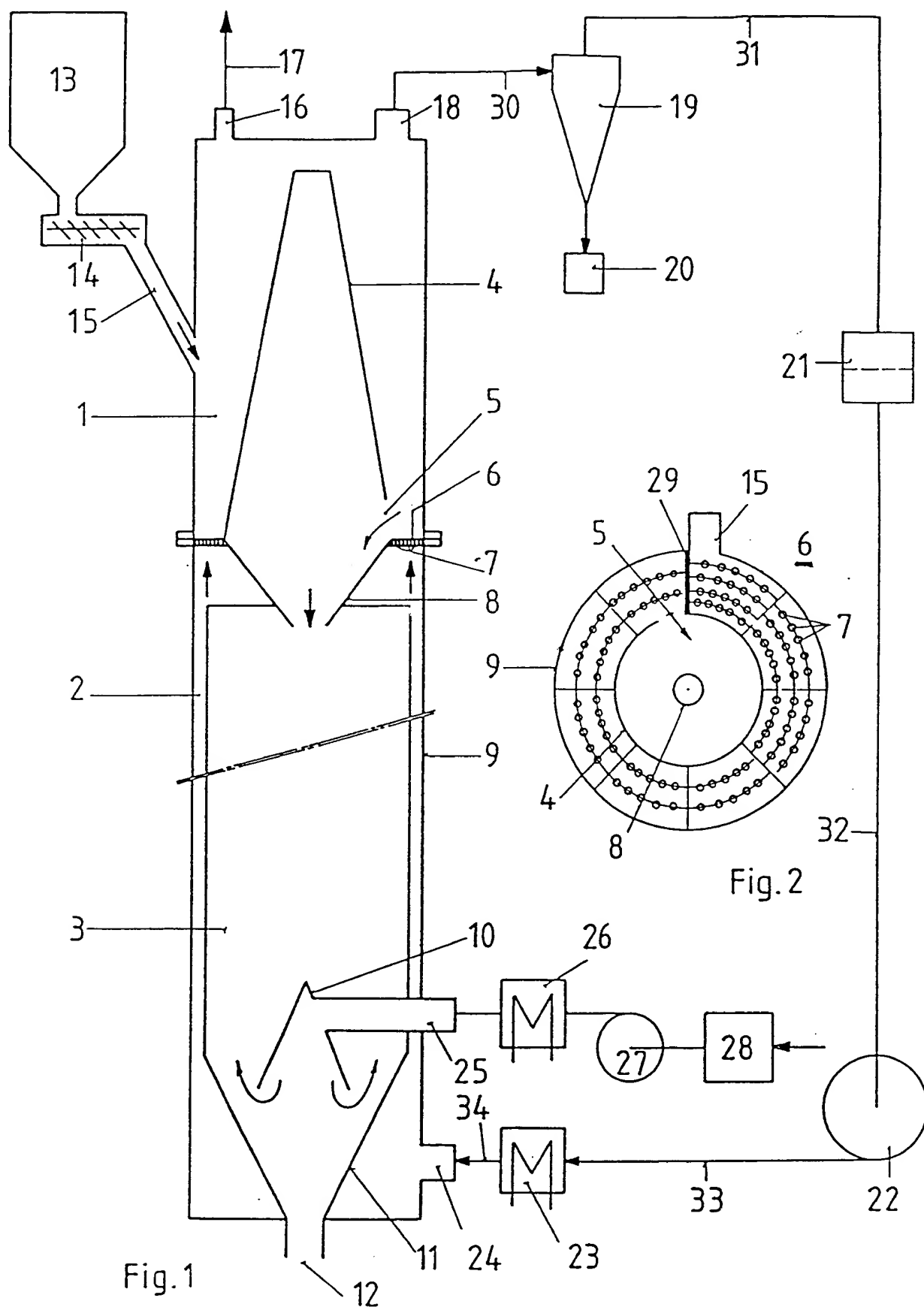
Die Vorrichtung ist jedoch auch zur Trocknung für ein Kunststoffgranulat ohne vorhergehende Kristallisation geeignet. In diesem Fall dient der als Kristaller bezeichnete Teil lediglich zur Aufheizung des Granulats. Soll ein beliebiges Kunststoffgranulat auf eine vorgeschriebene Endfeuchte getrocknet werden, muss das Trocknungsgas auf eine entsprechende Gleichgewichtsfeuchte eingestellt werden.

Der nur wenige Minuten dauernde Aufenthalt des Granulats im Sprudelschichtraum verhindert Schädigungen durch Hydrolyse. Die intensive Querstromerwärmung des Granulats bis zum Austritt aus dem Sprudelschichtraum ermöglicht den Eintritt des Granulats mit Trocknertemperatur in den Einlaufrichter, womit gewährleistet ist, dass durch die isotherme Endtrocknung Schwankungen in der Endfeuchte durch einen nicht überblickbaren Temperaturverlauf vermieden werden.

Die Erfindung ist zur Trocknung von Kunststoffgranulaten aller Art geeignet, insbesondere für Polyestergranulat.

Bezeichnungen

- | | |
|----|--|
| | 1 Sprudelschichtraum |
| 25 | 2 Ringkammer |
| | 3 Kammer |
| | 4 Konus |
| | 5 Aussparung im Konus |
| | 6 Ringscheibe |
| 30 | 7 Bohrungen in Ringscheibe |
| | 8 Einlaufrichter |
| | 9 Mantel |
| | 10 Kegel |
| | 11 Konus |
| 35 | 12 Austrittsrohr für Produkt |
| | 13 Vorlagesilo |
| | 14 Dosiereinrichtung |
| | 15 Eintrittsstutzen |
| | 16 Austrittsstutzen für Abgas |
| 40 | 17 Abluftkamin |
| | 18 Austrittsstutzen für Umlaufgas |
| | 19 Zyklon |
| | 20 Staubbehälter |
| | 21 Filter |
| 45 | 22 Ventilator für Umlaufgas |
| | 23 Erhitzer für Umlaufgas |
| | 24 Eintrittsstutzen für Umlaufgas |
| | 25 Eintrittsstutzen für Frischgas |
| | 26 Erhitzer für Frischgas |
| 50 | 27 Ventilator für Frischgas |
| | 28 Entfeuchtungs- und Konditionierungsanlage für Frischgas |
| | 29 Trennwand |
| | 30 Leitung |
| | 31 Leitung |
| 55 | 32 Leitung |
| | 33 Leitung |
| | 34 Leitung |



23

1

1

1

1

1

1